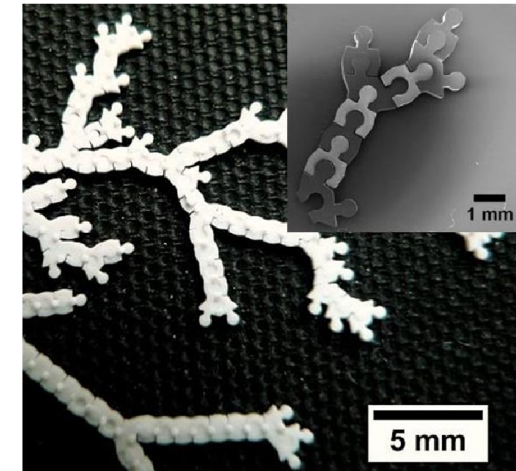
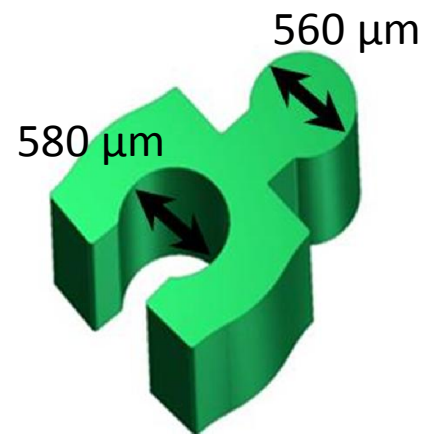
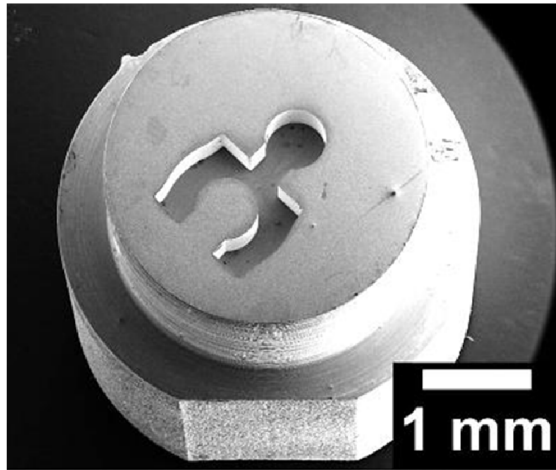


# LIGA2.X: Ein Granulatkorn ist größer

K. Plewa, M. Guttman, J. Heneka

Institut für Angewandte Materialien (IAM)



# Gliederung

- Einleitung
- LIGA2.X Prozess: Vereinzelt Mikrobauteile  
(Lithographie, Galvanoformung, Abformung)
- Maßhaltigkeit der LIGA2.X-Abformung
- Zusammenfassung

## Einleitung - Zielsetzung

### ■ Warum?

- Kostengünstige Vervielfältigung teurer Masterstrukturen
- Große Materialvielfalt
- Zutritt in die industrielle Anwendung (Großserienfertigung)

### ■ Mit welchen Verfahren?

- Mikro-Spritzgießen
- Mikro-Heißprägen
- Mikro-Spritzprägen



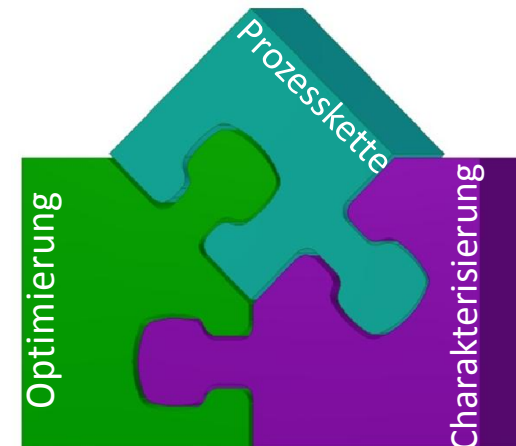
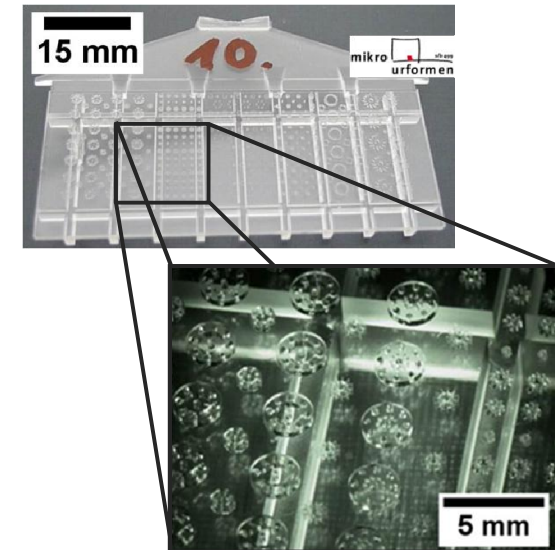
Mikrospritzgießsystem Microsystem 50



Heißprägemaschine Jenoptik Hex 03

## Einleitung - Zielsetzung

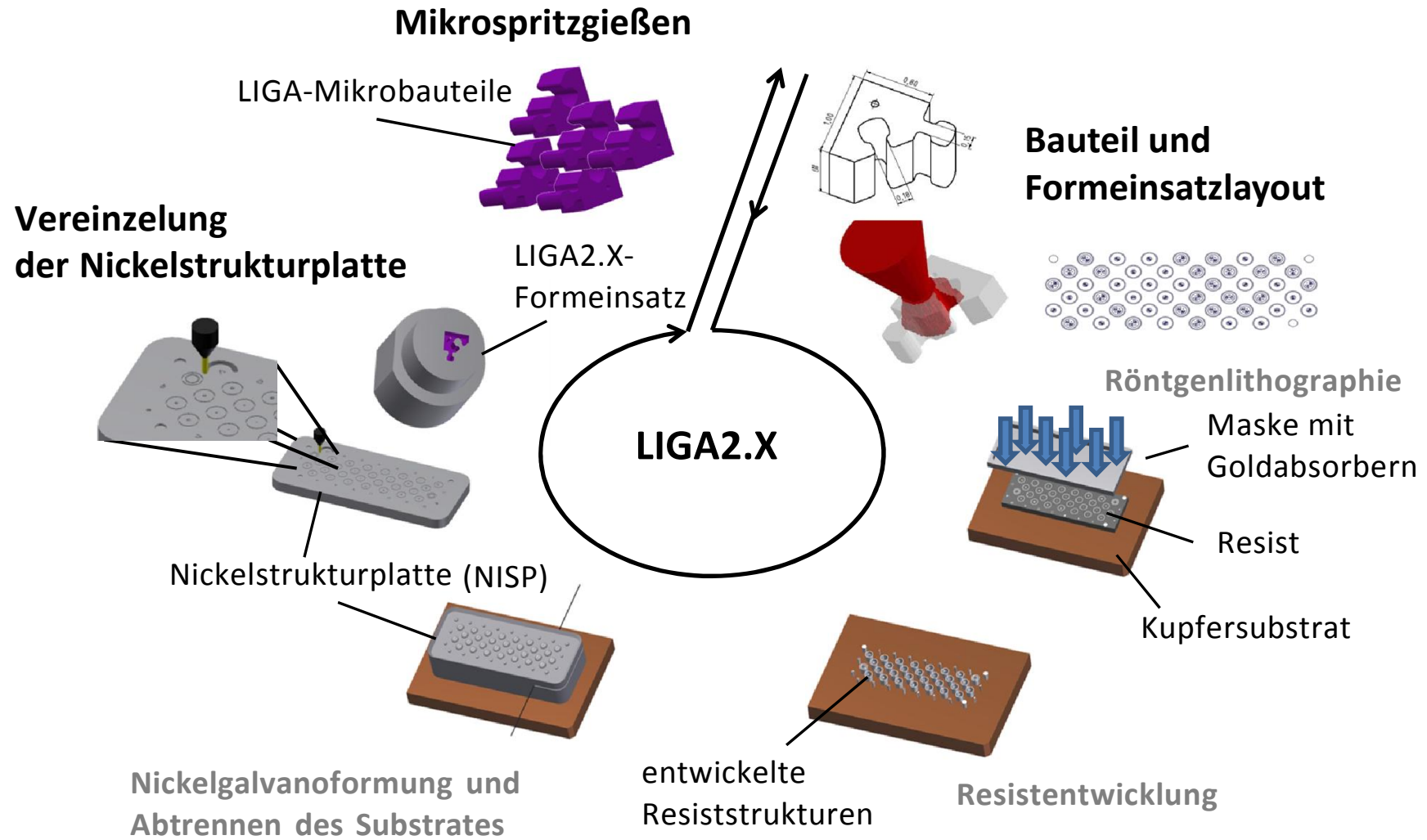
- Strukturierbare Fläche am KIT:  
60mm x 20mm
- Flächige Strukturierung
  - Entformung
  - Kosten / Strukturelement
- Zeit- und kostenintensiver Prozess
- Entwicklung eines Prozesses zur Herstellung einzelner LIGA-Mikrobauteile
  - Formeinsatzherstellung?
  - Anspritzung?
  - Entformung?





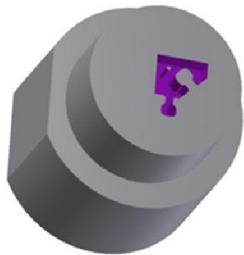
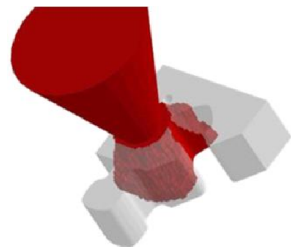
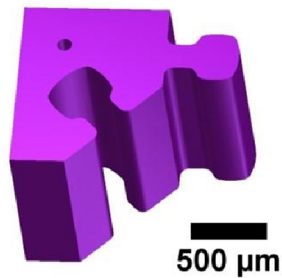


# LIGA2.X - Prozesskette

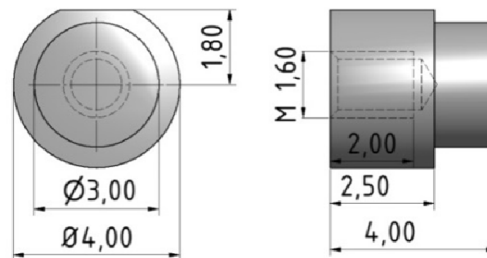




## Bauteil-Design

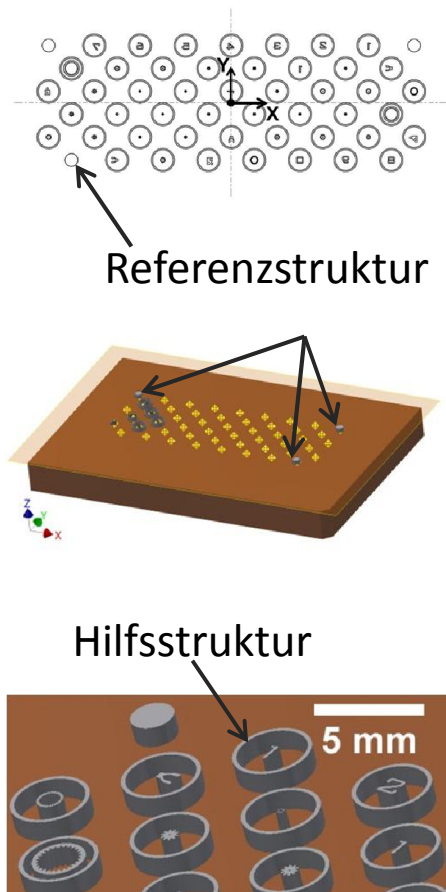


- Erstellen des 3D-Bauteilmodells
- Spritzgießsimulation
  - Homogene Formfüllung
  - Günstige Lage von Bindenähten
- Festlegung des Anspritzpunktes
  - Lage des Anspritzpunktes
  - Lage der Kavität auf dem Formeinsatz
- Erstellen des Formeinsatz 3D-Modells

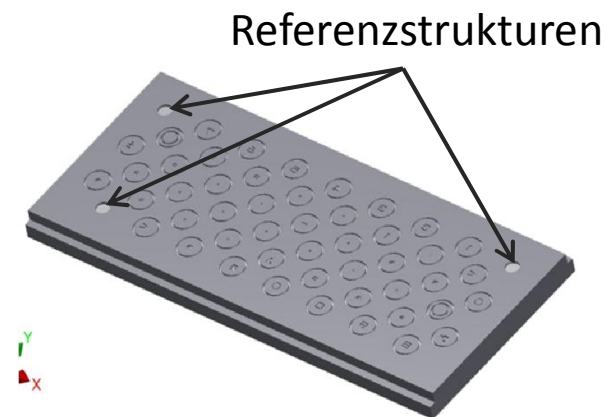




## Anordnen der Bauteile

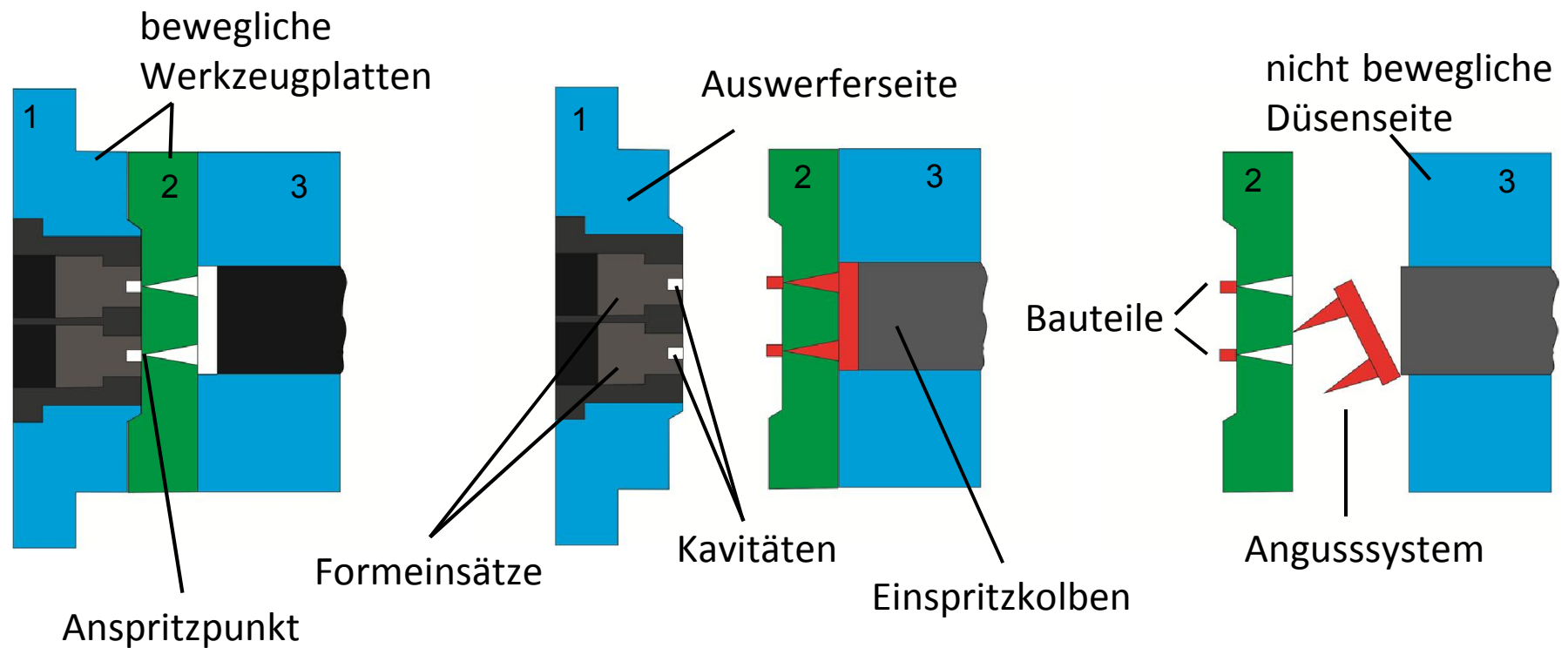


- Anordnen der Formteile
- Anordnen der Referenzstrukturen auf vorgegebene Positionen (→ Lagebestimmung mittels Antasthilfe)
- Anordnen von Hilfsstrukturen (→ Fehlerbegrenzung)
- Erstellen der Nickelstrukturplatte in 3D-CAD



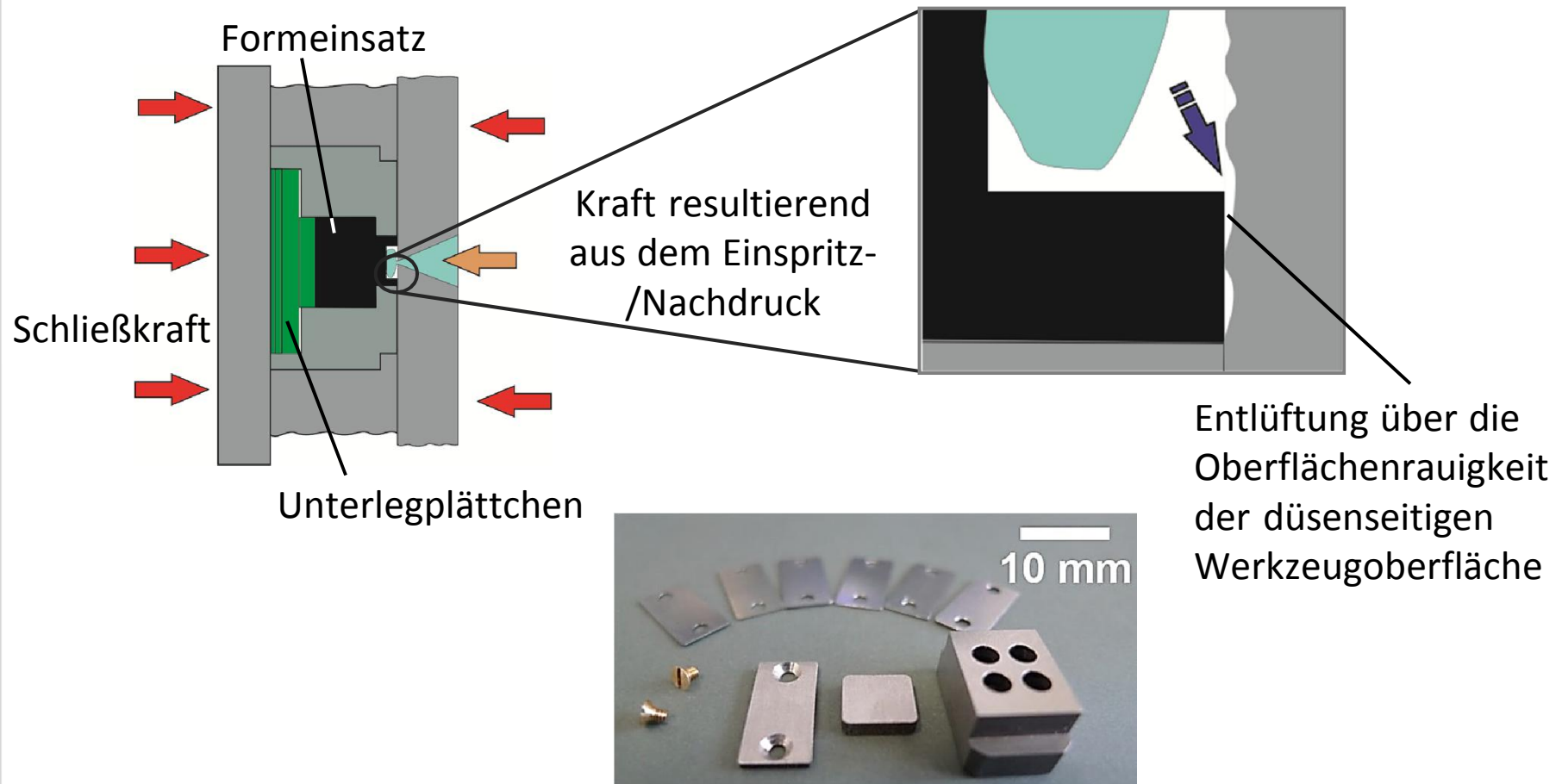


## Entformungskonzept



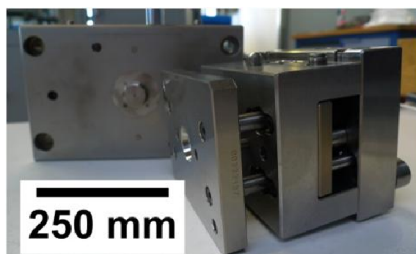
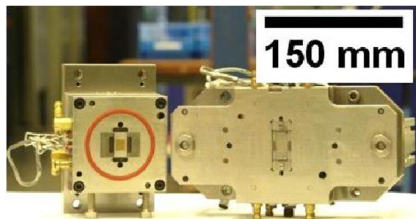
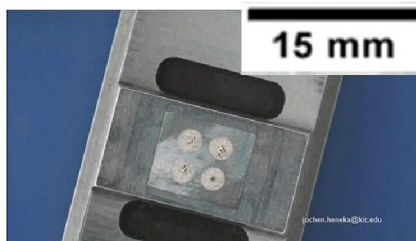


## Entlüftungskonzept

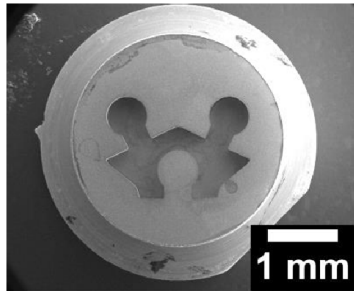




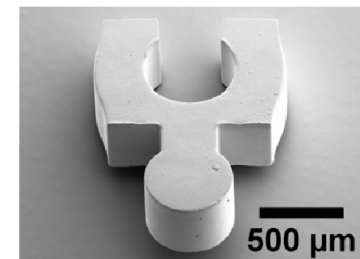
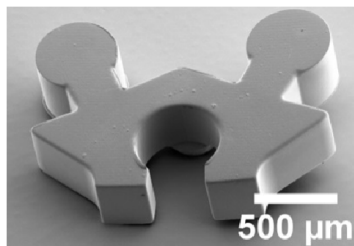
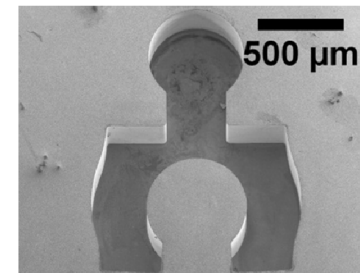
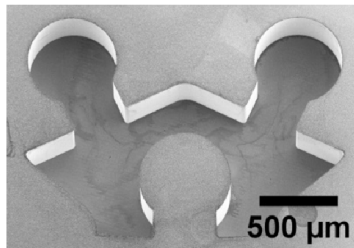
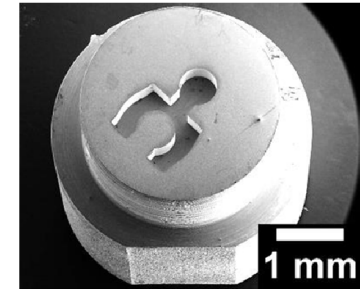
## Mikrospritzgießprozess



- Keine Evakuierung und keine variotherme Prozessführung notwendig
- Multikavitätenwerkzeug
- Unterschiedliche Bauteile in einem Zyklus
- Mikrospritzgießsysteme
  - Wittmann Battenfeld, Microsystem 50
  - männer micro-män 50
- Zykluszeiten ca. 30s
- Vollautomatischer Betrieb



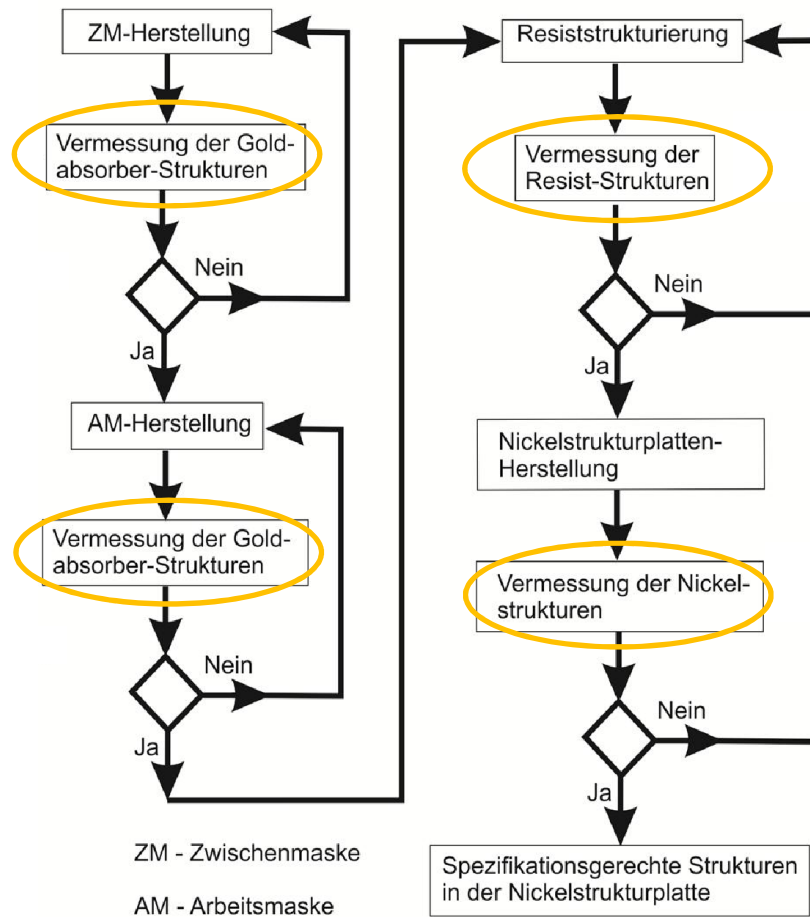
- Acht Formeinsätze
  - Kavitätstiefe 400µm
  - min. laterale Dimension 150µm
- Replikation auf der MS 50
  - POM Hostaform® C 9021
- Koordinatenmessmaschine
  - Taktile-Messung mit Fasertaster
  - Kugeldurchmesser 82µm
- Messstellen S1-S5
  - positiver und negativer Teil der Steckverbindung
- 50 Teile je Versuchsreihe
  - jedes zehnte Teil charakterisiert



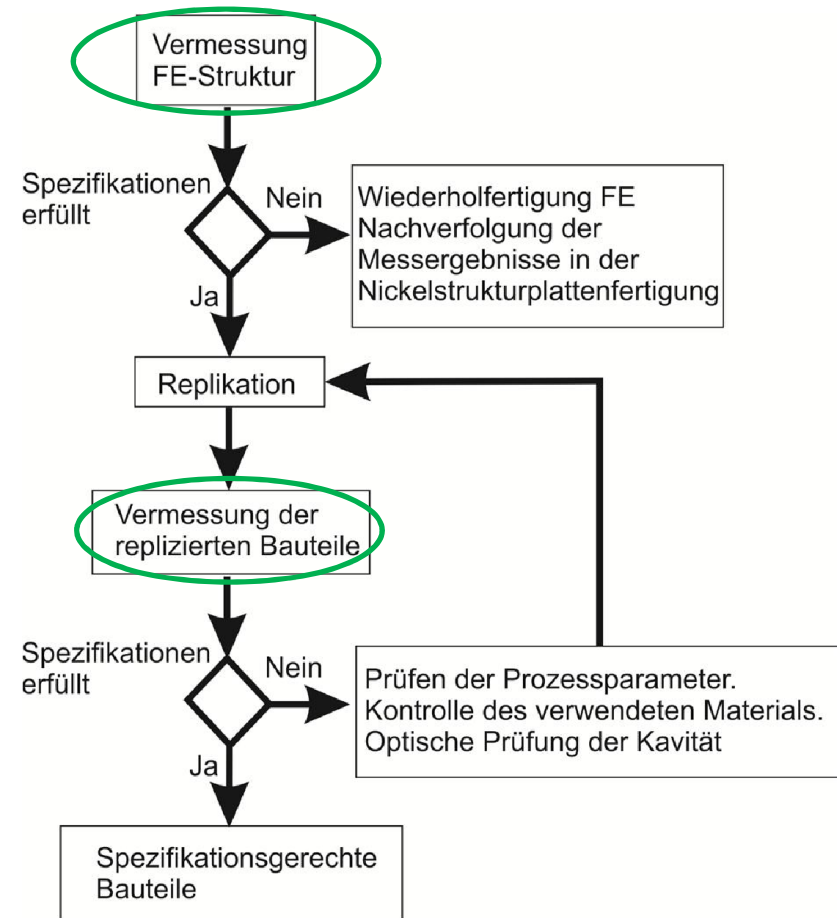




## Messungen NISP-Herstellung

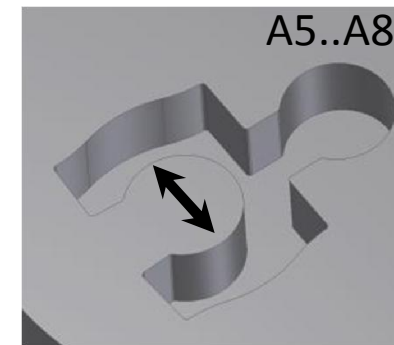
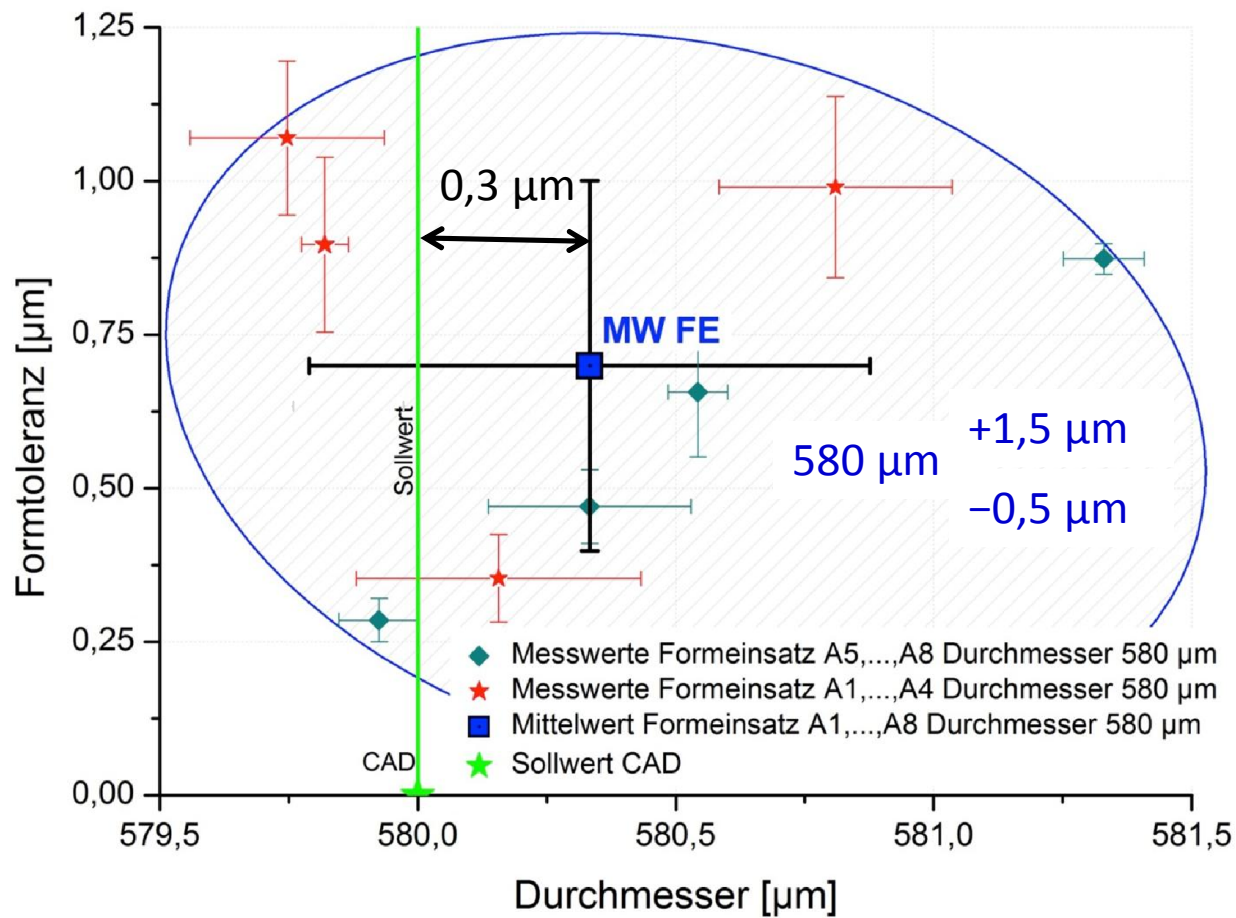


## Messungen Replikation

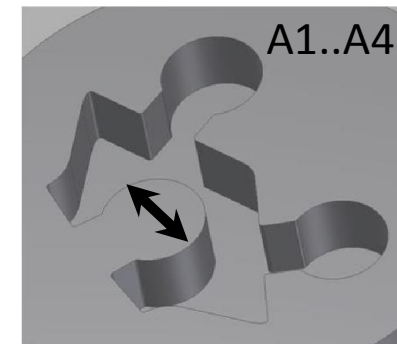




## Messtelle S3 und S5 Sollwert 580 $\mu\text{m}$



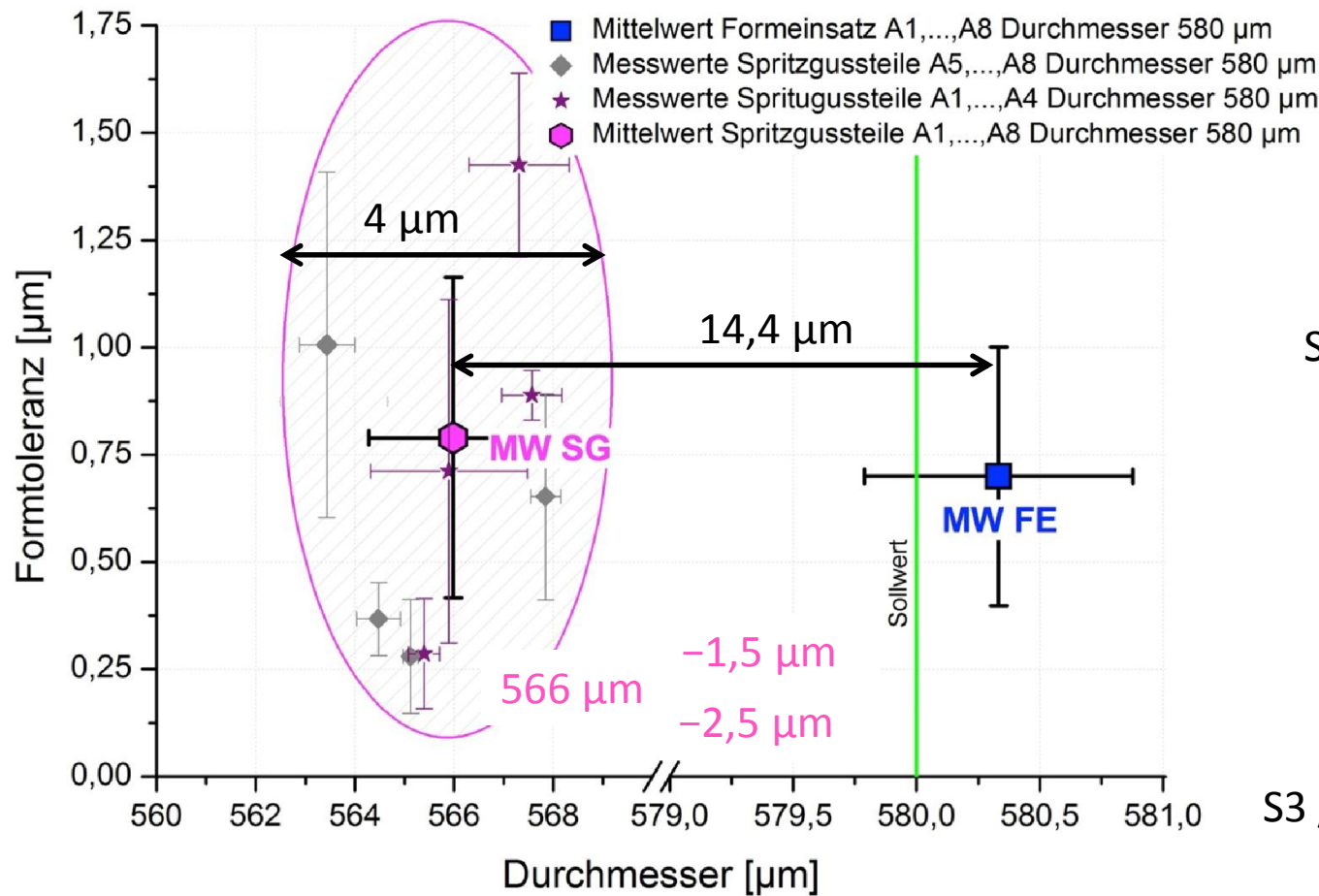
S5 / 580  $\mu\text{m}$



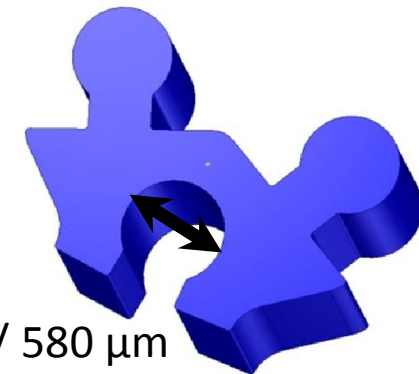
S3 / 580  $\mu\text{m}$



## Messtelle S3 und S5 Sollwert 580 $\mu\text{m}$



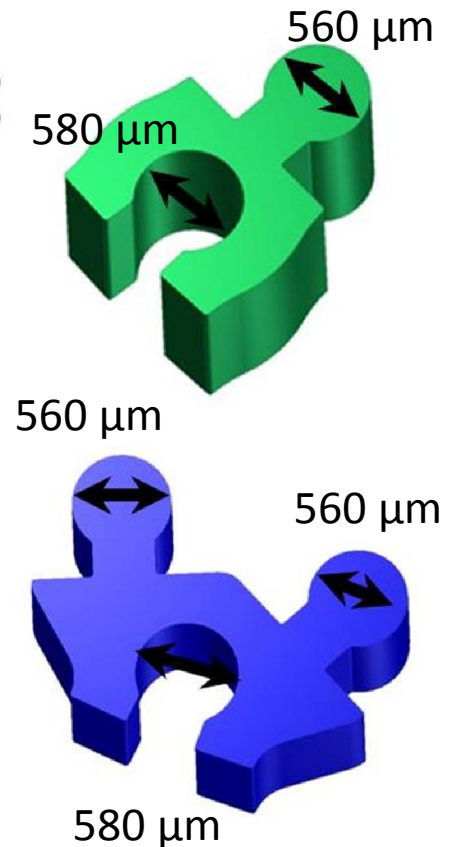
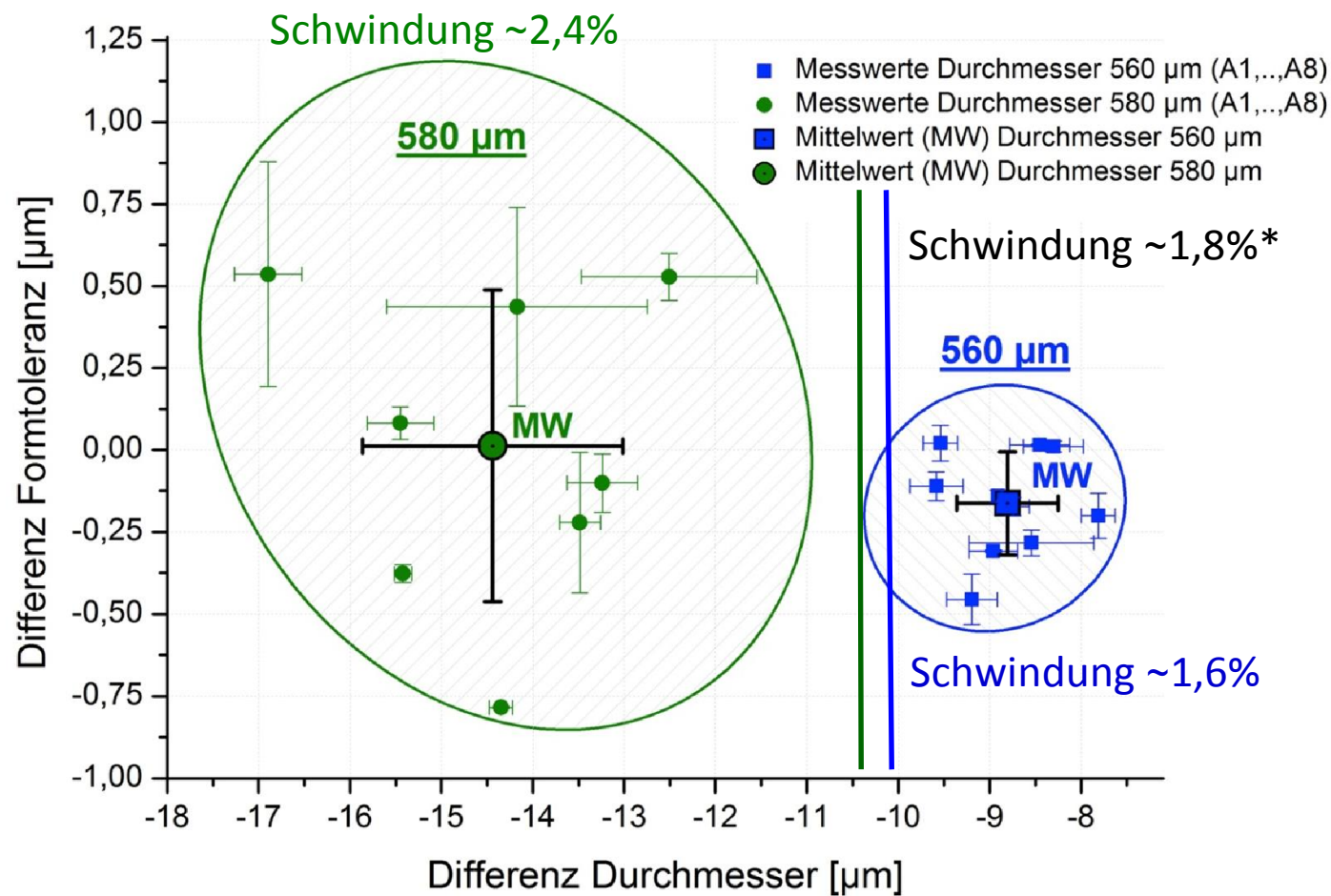
S5 / 580  $\mu\text{m}$   
(FE: A5..A8)



S3 / 580  $\mu\text{m}$   
(FE: A1..A4)



## Abweichung Formeinsatz zum Formteil

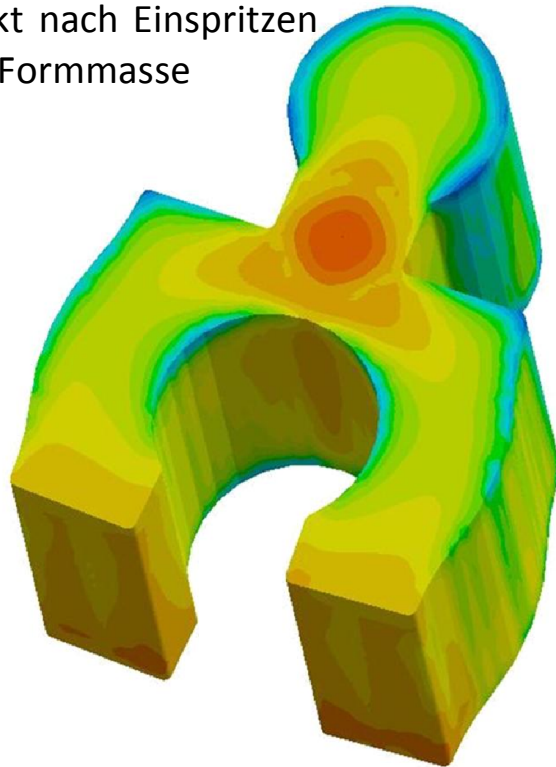




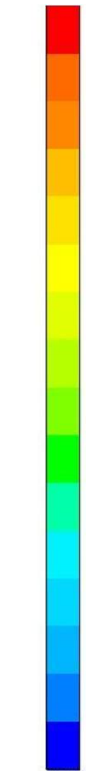


## Simulation

Temperaturdarstellung  
direkt nach Einspritzen  
der Formmasse

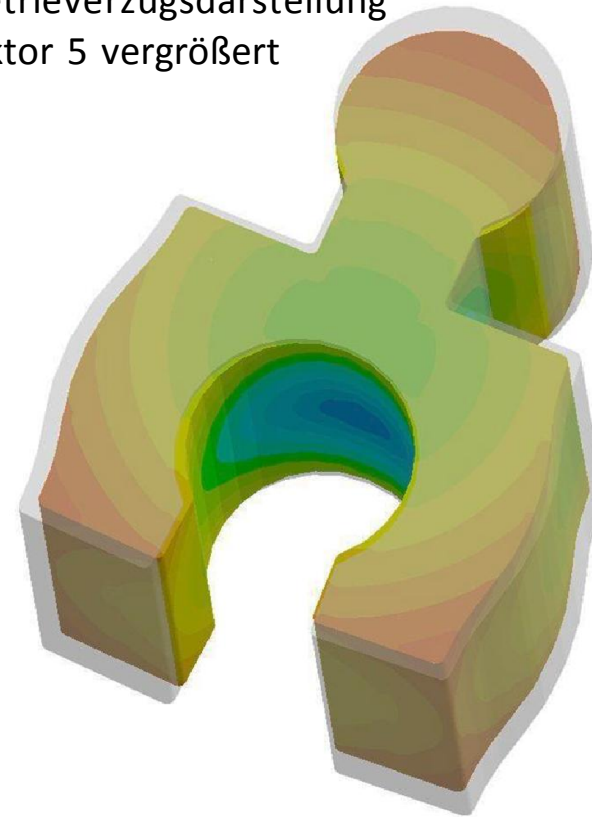


200 C°



150 C°

Geometrieverzugsdarstellung  
mit Faktor 5 vergrößert



12 µm



0,5 µm



## Zusammenfassung

- Großserienfertigung ist möglich
- Unterschiedliche Formteile in einem Zyklus
- Hohe Qualität der Formeinsätze bzgl. Maßhaltigkeit und Formtoleranz
- Enge Formtoleranz der Spritzlinge
- Verarbeitungswindung abhängig von Formteildesign und Verarbeitungsparameter
- Einfacher Wechsel von Formeinsätzen

